

Дослідження впливу виробничих умов територіальних логістичних систем заготівлі молока на потребу у спеціалізованих автоцистернах**А. М. Тригуба, О. Б. Зачко, В. В. Грабовець, О. Б. Берладин, І. О. Павлова, М. В. Рудинець**

Проведено дослідження впливу мінливих виробничих умов та складових транспортних процесів на потребу у спеціалізованих автомобілях для систем заготівлі молока. На підставі прогнозування добових обсягів заготівлі молока від сімейних молочних ферм встановлено, що існує два періоди надходження молока впродовж календарного року – інтенсивний (з травня до вересня) та неінтенсивний (інші місяці). На підставі хронометрування транспортних процесів із використанням автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 виконані виробничі експерименти. Встановлено, що тривалості транспортних операцій описуються законом розподілу Вейбулла. Питомі тривалості завантаження автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 у сімейних молочних фермах та їх розвантаження у переробному цеху мають математичне сподівання відповідно 0,92 та 0,52 год/тону молока, а їх середньоквадратичне відхилення – 0,018 та 0,008 год/тону молока.

На прикладі виробничих умов Бродівського району Львівської області проведено імітаційне моделювання транспортних процесів доставки молока від виробників до переробного цеху із врахуванням мінливих виробничих умов та складових транспортних процесів. Встановлено, що зі зростанням добового обсягу заготівлі молока від 6 до 66 тонн/добу, зростають оцінки математичного сподівання сумарної добової кількості виконаних маршрутів автоцистернами Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 за лінійною залежністю. Пробіг цих автоцистерн та тривалість їх використання, зі зростання добового обсягу заготівлі молока, зростають за поліноміальними залежностями другого ступеня. Вантажобіг змінюється частково дискретно від 820 до 4610 т·км, що зумовлено зміною технологічно потребою кількості автоцистерн.

Встановлено, що потреба у спеціалізованих автомобілях Hyundai Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 впродовж календарного року змінюється від 1 до 4 одиниць. Із січня по березень та із жовтня по грудень окремого календарного року слід організовувати виконання транспортних процесів у одну зміну, а із квітня по вересень у дві зміни. Отримані розподіли мінливих складових виробничих умов і транспортних процесів, а також залежності показників використання автоцистерн від обсягів заготівлі молока, лежать в основі створення інформаційної системи підтримки прийняття рішень у логістичних системах заготівлі молока. Також вони є основою планування роботи парку спеціалізованих автомобілів та проектування логістичних систем заготівлі молока

Ключові слова: ефективні управлінські рішення, оптимальне управління, логістичні системи, заготівля молока, парк автомобілів

1. Вступ

Сьогодні в Україні залишається невирішеною проблема продовольчої безпеки держави. Зі вступом нашої держави у світову організацію торгівлі вона ще більше загострилася, так як більшість виробленої сировини не відповідає вимогам законодавства ЄС. Зокрема, це стосується виробництва та заготівлі молока, яке належить до швидкопсувних продуктів і має специфічні вимоги до його заготівлі. Водночас, ці вимоги призводять до зміни систем виробництва молока. Господарства населення, які в Україні виробляють більше 80% від загального виробництва молока, не забезпечують його якості, що регламентується стандартами ЄС. Вони змушені об'єднуватися у сімейні молочні ферми. Для цього держава розробила низку програм, які сприяють такому укрупненню виробників молока. Водночас, поза увагою залишаються логістичні системи заготівлі молока на території окремих адміністративних районів, параметри яких значною мірою впливають на якість молока-сировини для виробництва молочних продуктів.

Для формування ефективних логістичних систем заготівлі молока на території окремих адміністративних районів слід використовувати специфічні методи та моделі. Зазначені методи та моделі повинні враховувати як особливості виробничих умов заготівлі молока (наявність сімейних молочних ферм, територіальне розташування, стан мережі доріг тощо), так і її сезонність. Це значною мірою впливає на параметри парку спеціалізованих автомобілів (СА) для заготівлі молока, а також режими його використання впродовж календарного року.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

У роботі [1] запропоновано підхід до планування роботи автопарку під час обслуговування морських портів. Роботи [2–5] стосуються підвищення ефективності парку автомобілів за різними критеріями (вартість, вплив на екологію тощо). У роботах [6–8] враховуються особливості використання транспортних засобів під час вантажних перевезень. Однак, використати отримані у цих роботах результати досліджень для визначення параметрів парку спеціалізованих автомобілів у логістичних системах заготівлі молока (ЛСЗМ) неможливо, так як вони не передбачають використання критеріїв якості доставленого вантажу та часу, які характерні для швидкопсувних вантажів, до яких належить молоко.

У роботах [9–11] для визначення показників використання транспортних засобів пропонується моделювати використання транспортних засобів. Запропоновані вище методи та моделі передбачають визначення детермінованих показників використання транспортних засобів. Використати отримані у цих роботах результати досліджень у ЛСЗМ неможливе через те, що ними не враховуються мінливі обсяги заготівлі молока впродовж календарного року та умови і особливості виконання транспортних операцій.

У роботах [12–14] пропонується обґрунтовувати потребу у автомобілях із врахуванням мінливих обсягів перевезення вантажів, а у роботах [15–17] із врахуванням їх ризику. Однак використати отримані у цих роботах результати досліджень для обґрунтування параметрів СА у ЛСЗМ неможливо, через те що ними не враховуються специфічні виробничі умови виконання транспортних

процесів у цих системах. Зокрема, ними не враховуються особливості виробничих умов заготівлі молока, які є специфічними для кожної із адміністративних територій держави. Окрім того, вони не передбачають врахування сезонності виробництва молока, а відповідно і його заготівлі, що значною мірою впливає на ефективність транспортних процесів [18, 19] та якість доставленого молока [20].

Адекватне прогнозування виробничих умов та відображення транспортних процесів у ЛСЗМ можливе лише на підставі моделювання [21, 22]. Для цього слід проводити специфічні дослідження [20]. За неврахування специфічних для кожної адміністративної території виробничих умов, а також без прогнозування сезонності заготівлі молока та показників транспортних процесів, неможливо адекватно обґрунтувати ефективні параметри парку спеціалізованих автомобілів (СА) у відповідних логістичних системах.

Відомі наукові роботи [23–25], у яких частково враховуються виробничі умови заготівлі молока та прогнозування його обсягів. Однак вони розраховані на заготівлю молока від господарств населення [26, 27], що адекватно не відображає умов заготівлі молока від сімейних молочних ферм. Окрім того, у них не враховується можливість моделювання транспортних процесів для кожного із періодів сезону заготівлі молока, що надає можливості адекватно обґрунтувати параметри парку СА у територіальних ЛСЗМ.

Потреба у СА для територіальних ЛСЗМ характеризується їх кількістю та заданою маркою, що забезпечують доставку усього обсягу заготовленого молока до молокопереробних цехів. На потребу у СА впливають виробничі умови ЛСЗМ та тривалості виконання транспортних операцій, які є мінливі впродовж календарного року.

Дослідити вплив мінливих виробничих умов впродовж календарного року на потребу у СА для ЛСЗМ можливо на підставі прогнозування обсягів виконання транспортних робіт. Для цього слід виконувати імітаційне моделювання транспортних процесів у кожному із календарних періодів заготівлі молока. На підставі імітаційного моделювання встановлюють тенденції зміни показників використання СА та визначають потребу у них для кожного із періодів сезону заготівлі молока [25].

Розглянемо особливості територіальних ЛСЗМ. Вони характеризуються мінливими виробничими умовами, що зумовлюють мінливу потребу у СА впродовж календарного року. До характеристик виробничих умов належать мінливі добові обсяги заготівлі молока від кожної із сімейних молочних ферм та тривалості періодів, упродовж яких ці обсяги залишаються незмінними. Вони зумовлюють мінливий річний обсяг виконання транспортних робіт у ЛСЗМ. Також існує обмежена тривалість виконання транспортних робіт у ЛСЗМ. Вона зумовлюється технологічними вимогами до заготівлі молока, що регламентуються чинними стандартами [25, 26, 27].

На окремих адміністративних територіях розосереджено множину сімейних молочних ферм, кожна з яких має свій добовий обсяг виробництва молока. Територіальне розташування цих ферм та тривалість виконання робіт щодо завантаження та оформлення експедиційних документів впливають на потребу у

СА та організаційні режими їх використання. Зокрема, організувати роботу СА у ЛСЗМ можна у одну або декілька робочих змін. При цьому, для заданих виробничих умов та маркового складу СА завжди існує найкращий організаційний режим виконання транспортних робіт [25].

Усе вище зазначене свідчить про те, що ефективність використання СА у ЛСЗМ залежить від таких складових:

$$E_{CA} = f(N_o, \xi, \lambda, O, P, Z), \quad (1)$$

де E_{CA} – ефективність використання СА у ЛСЗМ для окремого періоду сезону заготівлі молока; N_o – кількість сімейних молочних ферм у ЛСЗМ; ξ – територіальне розташування сімейних молочних ферм на адміністративній території; λ – інтенсивність надходження молока від сімейних молочних ферм; O – організаційний режим виконання транспортних робіт; P – чинні регламенти на заготівлю та транспортування молока; Z – параметри парку СА.

Усі складові виразу (1) взаємопов'язані між собою, а зв'язки між ними слід враховувати у моделях та методах, які використовуються для обґрунтування параметрів парку СА у ЛСЗМ. Зазначені взаємозв'язки можна розкрити лише на підставі імітаційного моделювання функціонування СА у ЛСЗМ.

Наявність і територіальне розташування сімейних молочних ферм у територіальних ЛСЗМ обґрунтовують на підставі відомого методу [27]. Отримана інформація, а також топографічна карта території ЛСЗМ, є основою для визначення віддалей між сімейними молочними фермами та переробним цехом. Отримані дані заносять у симетричну матрицю ξ найкоротших віддалей між сімейними молочними фермами у територіальній ЛСЗМ розміром $N_o + 1 \times N_o + 1$:

$$\xi = \begin{bmatrix} 0 & L_{12} & L_{13} & \dots & L_{1n} \\ & 0 & L_{23} & \dots & L_{2n} \\ & & 0 & \dots & L_{3n} \\ & & & \dots & \dots \\ & & & & 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де N_o – кількість сімейних молочних ферм у територіальній ЛСЗМ, од; L_{1n} – відстань між пешою та n -ю сімейною молочною фермою, км.

У представлений матриці (4) номер один присвоюється переробному цеху, інші номери сімейним молочним фермам у порядку зростання віддалей від них до переробного цеху.

Обсяг Q_{om} заготівлі молока на заданій території ЛСЗМ в j -у t -у добу сезону визначають за формулою:

$$Q_{\text{дтн}} = \sum_{x=1}^{N_o} Q_{\text{дхj}}, \quad (3)$$

де $Q_{\text{дхj}}$ – обсяг заготівлі молока від x -ї сімейної молочної ферми в j -у добу, т;
 N_o – кількість сімейних молочних ферм на території ЛСЗМ, од.

Обсяги $Q_{\text{дхj}}$ заготівлі молока від x -их сімейних молочних ферм в j -у добу сезону заготівлі прогнозують за відомою методикою [25]. Тривалості виконання операцій у транспортних процесах ЛСЗМ визначають на підставі виробничих спостережень, які передбачають хронометрування [18].

Для дослідження впливу виробничих умов територіальних ЛСЗМ на параметри парку СА із врахуванням мінливих впродовж календарного року обсягів виконання транспортних робіт використовуємо розроблену імітаційну модель управління молочарством, яка включає множину взаємопов'язаних техніко-технологічних та організаційно-технічних підсистем, у кожній із яких формується цінність [26]. Запропонована імітаційна модель складається із наступних блоків:

- 1) формування початкових даних для моделювання;
- 2) моделювання на рівні часткових процесів та визначення функціональних показників СА на окремих маршрутах;
- 3) моделювання на узагальненому рівні та визначення системних функціональних показників СА.

У результаті імітаційного моделювання транспортних процесів визначаються раціональні зв'язні маршрути за відомим методом [20]. Цей метод забезпечує вибір маршрутів транспортування молока від сімейних молочних ферм до переробного цеху за трьома головними правилами, якими враховується ефективність $E_{\text{СА}}$ використання СА у ЛСЗМ та регламентований чинними стандартами фонд робочого СА. Це дає можливість визначити такі показники використання СА у ЛСЗМ, як пройдений шлях $L_{\mu j}$ на μ -у маршруті j -у добу заготівлі молока, тривалість $t_{\mu j}$ виконання μ -х маршрутів, вантажообіг $W_{\mu j}$ на μ -х маршрутах.

Зазначені показники дають можливість визначити потрібну кількість N_{rj} СА заданої марки для j -ї доби сезону заготівлі молока:

$$N_{rj} = \frac{\sum_{\mu=1}^{n_{\mu}} t_{\mu j}}{[t_d]}, \quad \text{од.}, \quad (4)$$

де $t_{\mu j}$ – тривалість перебування СА на μ -у маршруті в j -у добу сезону заготівлі молока, год; $[t_d]$ – регламентована тривалість роботи СА впродовж j -ї доби, год;
 n_{μ} – кількість маршрутів, що виконують СА у j -у добу, од.

Отримані результати визначення потрібної кількості (N_{rj}) СА заданої марки для j -х діб сезону заготівлі молока лежать в основі побудови графіка потреби у них (рис. 1).

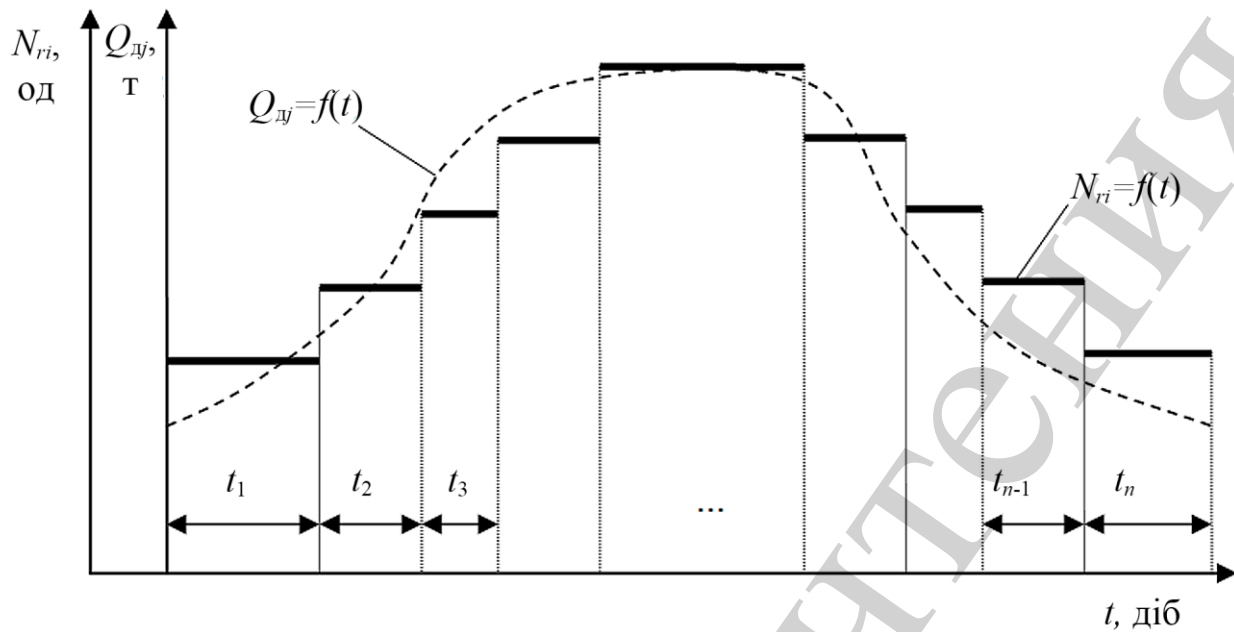


Рис. 1. Тенденції зміни потреби у СА (N_{ri}) заданої марки впродовж сезону заготівлі молока та тривалості (t_n) періодів із незмінною потребою у них:

Q_{dj} – добовий обсяг заготівлі молока у територіальній ЛСЗМ;

t_1, t_2, \dots, t_n – тривалість 1, 2 та n -го періоду заготівлі молока

Кількість періодів (n_n) із незмінною потребою у СА окремого сезону заготівлі молока та їх тривалість (t_n) залежить:

$$t_n(n_n) = f(Q_{dj}, q_r), \quad (5)$$

де Q_{dj} – добовий обсяг заготівлі молока у територіальній ЛСЗМ, т; q_r – вантажність СА, т.

На підставі вище викладеного можна стверджувати, що об'єктивне визначення потреби у СА та режимів їх використання можливе на підставі врахування особливостей мінливих виробничих умов ЛСЗМ. Для цього слід прогнозувати мінливі обсяги заготівлі молока впродовж календарного року та моделювати транспортні процеси у кожному із періодів сезону заготівлі молока. Це підвищить точність визначення показників використання СА у ЛСЗМ. Для проведення досліджень впливу мінливих виробничих умов на портебу у СА слід використовувати базу даних, яка формується із різних джерел. До них належать: територіальні карти (геодані Google maps), обсяги виробництва молока на території ЛСЗМ, хронометричні дані тривалостей виконання транспортних операцій (показники спідометрів, хронометраж часу на виконання окремих операцій, статистичні дані транспортно-експедиційних документів), звітні дані щодо наявності транспортних засобів у ЛСЗМ.

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є дослідження впливу мінливих характеристик виробничих умов та складових транспортних процесів на потребу і режими використання СА у ЛСЗМ.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні задачі:

- дослідити мінливі виробничі умови заготівлі молока та тривалості виконання окремих транспортних операцій;
- визначити показники використання СА із врахуванням мінливих виробничих умов заготівлі молока та тривалостей виконання транспортних операцій;
- обґрунтувати потребу у СА та режими їх використання впродовж календарного року.

4. Результати дослідження мінливих виробничих умов заготівлі молока та тривалості виконання окремих транспортних операцій

Дослідження виробничих умов заготівлі молока проводили на прикладі ЛСЗМ, яка обмежується територією Бродівського району Львівської області (Україна). Переробний цех розташований у м. Броди, який є структурним підрозділом ПАТ «Бродівський ЗСЗМ». На підставі звітної документації ПАТ «Бродівський ЗСЗМ» встановлено, що у Бродівському районі наявно 24 громади, на території яких розташовані сімейні молочні ферми, що виробляють молоко. Вони відображені на графі територіальної ЛСЗМ, який представлено на рис. 2.

Сімейним молочним фермам, які розташовані на території окремих громад територіальної ЛСЗМ, присвоєно номери, починаючи з другого, у порядку зростання віддалей від них до переробного цеху. На підставі даних щодо наявності й територіального розташування сімейних молочних ферм Бродівського району та використовуючи геодані Google maps цього адміністративного району визначали віддалі між населеними пунктами, де знаходяться сімейні молочні ферми.

На підставі використання відомої методики [20] виконано прогнозування добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм окремих громад Бродівського району впродовж календарного року. Це дало можливість для кожної із 24 громад ЛСЗМ отримати дані щодо обсягів заготівлі молока для окремих діб календарного року (обсяг вибірки становить $v_Q=53 \cdot 24=1272$) (табл. 1).

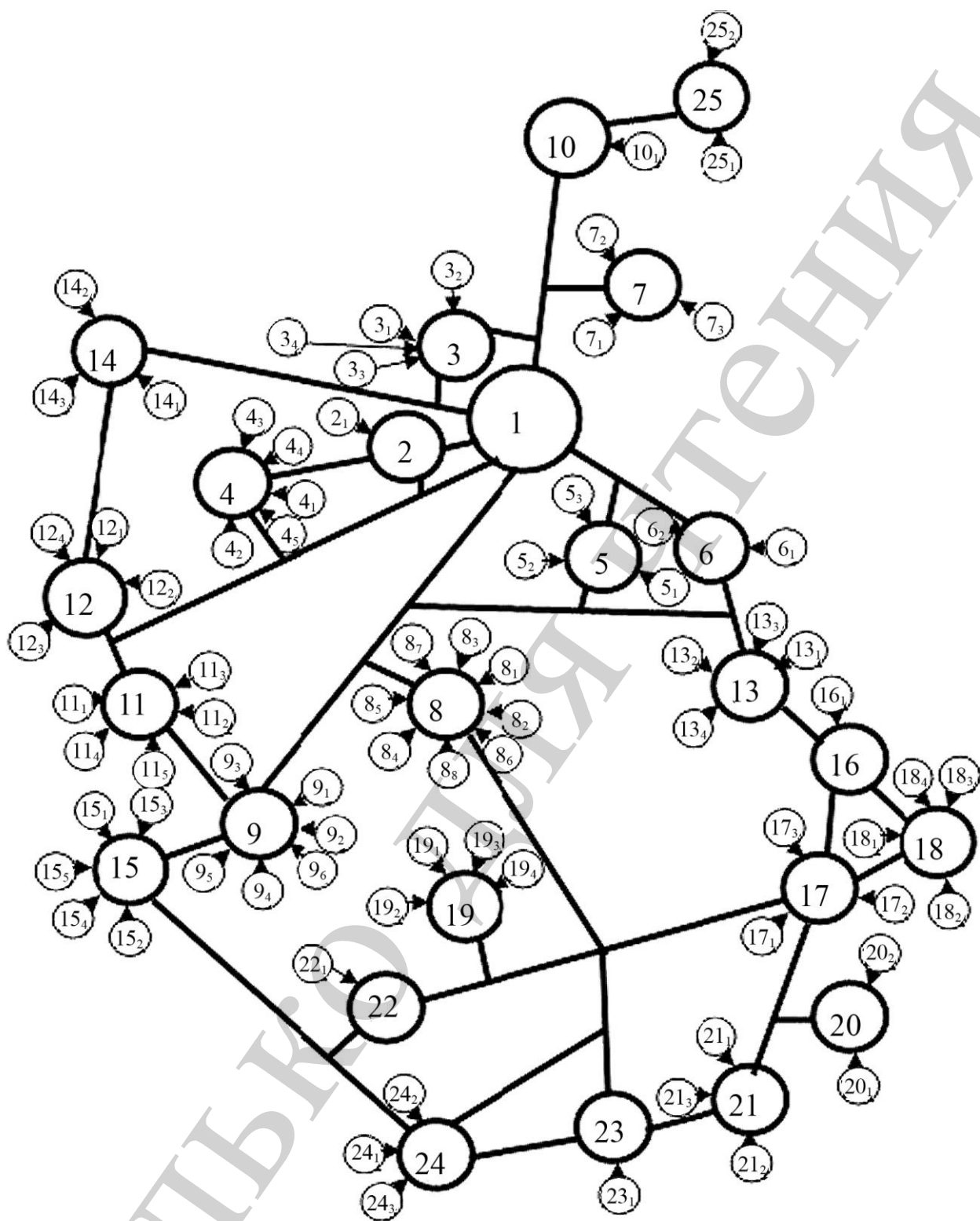


Рис. 2. Граф територіальної ЛСЗМ: 1 – переробний цех; 2, 3, ..., n – друга, третя та n -а громада; $2_i, 3_i, \dots, n_i$ – i -а сімейна молочна ферма на території другої, третьої та n -ї громади

Таблиця 1

Результати прогнозування добових обсягів надходження молока від сімейних молочних ферм окремих громад Бродівського району впродовж календарного року

| Тиждень року | Добовий обсяг надходження молока у окремі пункти його заготівлі, літрів | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|-------------|---------|--------------|------------|--------------|------------|-----------|------------|----------------|------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|------------|-------------|---------------|-------------|------------|---------------|-------------|--------------|
| | Смільнівська | Язлівницька | Пониківська | Гайська | Суховільська | Шнирівська | Пониквянська | Ясенівська | Черницька | Лешнівська | Заболотцівська | Ражнівська | Наквашанська | Станіславницька | Підгорецька | Підкамінська | Половецька | Комарівська | Паликорівська | Пеняківська | Голубицька | Маркопільська | Батьківська | Вербівницька |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 1 | 52 | 381 | 634 | 314 | 174 | 429 | 280 | 365 | 134 | 339 | 411 | 86 | 235 | 290 | 46 | 112 | 235 | 209 | 128 | 239 | 201 | 184 | 312 | 201 |
| 2 | 102 | 749 | 1248 | 618 | 343 | 844 | 552 | 719 | 264 | 667 | 639 | 170 | 462 | 570 | 91 | 220 | 461 | 411 | 252 | 470 | 395 | 362 | 613 | 394 |
| 3 | 119 | 879 | 1463 | 725 | 402 | 990 | 647 | 843 | 310 | 782 | 750 | 199 | 542 | 669 | 106 | 259 | 541 | 482 | 296 | 551 | 463 | 425 | 719 | 463 |
| 4 | 125 | 922 | 1535 | 761 | 422 | 1038 | 679 | 884 | 325 | 821 | 788 | 209 | 569 | 702 | 112 | 271 | 568 | 505 | 310 | 579 | 486 | 446 | 755 | 485 |
| 5 | 134 | 986 | 1641 | 813 | 451 | 1110 | 725 | 945 | 347 | 877 | 843 | 224 | 608 | 750 | 119 | 290 | 607 | 540 | 331 | 618 | 520 | 476 | 807 | 519 |
| 6 | 156 | 1148 | 1911 | 947 | 525 | 1293 | 845 | 1101 | 405 | 1022 | 982 | 260 | 708 | 874 | 139 | 338 | 707 | 629 | 386 | 720 | 605 | 555 | 940 | 604 |
| 7 | 169 | 1245 | 2072 | 1027 | 570 | 1402 | 916 | 1194 | 439 | 1108 | 1065 | 282 | 768 | 947 | 151 | 366 | 766 | 682 | 419 | 781 | 656 | 602 | 1019 | 655 |
| 8 | 182 | 1341 | 2233 | 1106 | 614 | 1510 | 987 | 1286 | 473 | 1193 | 1148 | 304 | 828 | 1020 | 162 | 395 | 826 | 735 | 451 | 841 | 707 | 648 | 1098 | 706 |
| 9 | 195 | 1438 | 2394 | 1186 | 658 | 1619 | 1058 | 1379 | 507 | 1279 | 1232 | 326 | 887 | 1094 | 174 | 423 | 885 | 788 | 483 | 902 | 758 | 695 | 1176 | 757 |
| 10 | 208 | 1534 | 2554 | 1266 | 702 | 1728 | 1129 | 1472 | 541 | 1365 | 1315 | 348 | 947 | 1167 | 186 | 451 | 945 | 841 | 516 | 963 | 809 | 742 | 1255 | 808 |
| 11 | 203 | 1499 | 2495 | 1236 | 686 | 1688 | 1103 | 1438 | 528 | 1334 | 1285 | 340 | 925 | 1140 | 181 | 441 | 923 | 821 | 504 | 940 | 790 | 724 | 1226 | 789 |
| 12 | 212 | 1562 | 2601 | 1289 | 715 | 1759 | 1150 | 1498 | 551 | 1390 | 1340 | 354 | 964 | 1189 | 189 | 460 | 962 | 856 | 525 | 980 | 823 | 755 | 1278 | 822 |
| 13 | 210 | 1550 | 2580 | 1278 | 709 | 1745 | 1141 | 1486 | 546 | 1379 | 1331 | 351 | 956 | 1179 | 188 | 456 | 954 | 849 | 521 | 972 | 817 | 749 | 1268 | 816 |
| 14 | 234 | 1727 | 2876 | 1425 | 790 | 1945 | 1271 | 1657 | 609 | 1537 | 1483 | 392 | 1066 | 1314 | 209 | 508 | 1064 | 946 | 581 | 1084 | 911 | 835 | 1413 | 909 |
| 15 | 290 | 2134 | 3552 | 1760 | 976 | 2403 | 1571 | 2047 | 752 | 1899 | 1829 | 484 | 1317 | 1623 | 258 | 628 | 1314 | 1169 | 717 | 1339 | 1125 | 1031 | 1746 | 1123 |
| 16 | 333 | 2454 | 4085 | 2024 | 1123 | 2763 | 1806 | 2354 | 865 | 2184 | 2103 | 557 | 1514 | 1867 | 297 | 722 | 1511 | 1345 | 825 | 1540 | 1293 | 1186 | 2008 | 1292 |
| 17 | 397 | 2926 | 4872 | 2414 | 1339 | 3295 | 2154 | 2807 | 1032 | 2604 | 2505 | 664 | 1806 | 2226 | 354 | 861 | 1802 | 1603 | 984 | 1836 | 1543 | 1414 | 2395 | 1540 |
| 18 | 461 | 3399 | 5658 | 2804 | 1555 | 3827 | 2502 | 3260 | 1198 | 3024 | 2908 | 771 | 2097 | 2586 | 411 | 1000 | 2093 | 1862 | 1143 | 2132 | 1792 | 1643 | 2781 | 1789 |
| 19 | 525 | 3871 | 6445 | 3194 | 1771 | 4359 | 2850 | 3713 | 1365 | 3445 | 3311 | 878 | 2389 | 2945 | 469 | 1139 | 2384 | 2121 | 1302 | 2429 | 2041 | 1871 | 3168 | 2038 |
| 20 | 554 | 4085 | 6800 | 3370 | 1869 | 4599 | 3007 | 3918 | 1440 | 3635 | 3493 | 926 | 2520 | 3108 | 495 | 1201 | 2515 | 2238 | 1373 | 2563 | 2153 | 1974 | 3342 | 2150 |
| 21 | 563 | 4148 | 6906 | 3422 | 1898 | 4671 | 3053 | 3979 | 1463 | 3691 | 3548 | 941 | 2559 | 3156 | 502 | 1220 | 2554 | 2273 | 1395 | 2603 | 2187 | 2005 | 3394 | 2183 |
| 22 | 570 | 4202 | 6995 | 3466 | 1922 | 4731 | 3093 | 4030 | 1481 | 3739 | 3595 | 953 | 2592 | 3197 | 509 | 1236 | 2587 | 2302 | 1413 | 2636 | 2215 | 2031 | 3438 | 2212 |
| 23 | 560 | 4128 | 6872 | 3405 | 1889 | 4648 | 3038 | 3959 | 1455 | 3673 | 3533 | 936 | 2547 | 3141 | 500 | 1214 | 2542 | 2262 | 1388 | 2590 | 2176 | 1995 | 3378 | 2173 |
| 24 | 545 | 4014 | 6682 | 3311 | 1836 | 4519 | 2954 | 3850 | 1415 | 3571 | 3437 | 910 | 2476 | 3054 | 486 | 1181 | 2471 | 2199 | 1349 | 2518 | 2116 | 1940 | 3284 | 2113 |
| 25 | 519 | 3826 | 6369 | 3156 | 1750 | 4308 | 2816 | 3669 | 1349 | 3404 | 3278 | 868 | 2360 | 2911 | 463 | 1125 | 2356 | 2096 | 1286 | 2400 | 2017 | 1849 | 3130 | 2014 |
| 26 | 511 | 3765 | 6267 | 3106 | 1722 | 4239 | 2771 | 3611 | 1327 | 3350 | 3227 | 854 | 2323 | 2864 | 456 | 1107 | 2318 | 2063 | 1266 | 2362 | 1984 | 1819 | 3081 | 1982 |
| 27 | 503 | 3704 | 6166 | 3055 | 1695 | 4170 | 2726 | 3552 | 1306 | 3296 | 3176 | 840 | 2285 | 2818 | 448 | 1089 | 2281 | 2029 | 1245 | 2324 | 1952 | 1790 | 3031 | 1950 |
| 28 | 515 | 3795 | 6318 | 3131 | 1736 | 4273 | 2793 | 3640 | 1338 | 3377 | 3255 | 861 | 2342 | 2887 | 459 | 1116 | 2337 | 2079 | 1276 | 2381 | 2000 | 1834 | 3105 | 1998 |
| 29 | 501 | 3696 | 6153 | 3049 | 1691 | 4162 | 2721 | 3545 | 1303 | 3289 | 3172 | 838 | 2280 | 2812 | 447 | 1087 | 2276 | 2025 | 1243 | 2319 | 1948 | 1786 | 3024 | 1945 |
| 30 | 531 | 3912 | 6513 | 3227 | 1790 | 4405 | 2880 | 3752 | 1379 | 3481 | 3356 | 887 | 2414 | 2976 | 474 | 1151 | 2409 | 2143 | 1315 | 2454 | 2062 | 1891 | 3201 | 2059 |
| 31 | 539 | 3975 | 6618 | 3280 | 1819 | 4476 | 2926 | 3813 | 1402 | 3537 | 3411 | 902 | 2453 | 3025 | 481 | 1169 | 2448 | 2178 | 1337 | 2494 | 2096 | 1921 | 3253 | 2093 |
| 32 | 548 | 4039 | 6724 | 3332 | 1848 | 4548 | 2973 | 3874 | 1424 | 3594 | 3466 | 916 | 2492 | 3073 | 489 | 1188 | 2487 | 2213 | 1358 | 2534 | 2129 | 1952 | 3305 | 2126 |
| 33 | 546 | 4024 | 6699 | 3319 | 1841 | 4531 | 2962 | 3859 | 1419 | 3580 | 3454 | 913 | 2483 | 3061 | 487 | 1184 | 2478 | 2205 | 1353 | 2524 | 2121 | 1945 | 3293 | 2118 |
| 34 | 536 | 3953 | 6580 | 3261 | 1808 | 4451 | 2909 | 3791 | 1394 | 3517 | 3395 | 896 | 2439 | 3007 | 479 | 1163 | 2434 | 2166 | 1329 | 2480 | 2083 | 1910 | 3234 | 2081 |
| 35 | 527 | 3882 | 6462 | 3202 | 1776 | 4371 | 2857 | 3723 | 1368 | 3454 | 3335 | 880 | 2395 | 2953 | 470 | 1142 | 2390 | 2127 | 1305 | 2435 | 2046 | 1876 | 3176 | 2043 |
| 36 | 517 | 3810 | 6343 | 3143 | 1743 | 4291 | 2805 | 3655 | 1343 | 3391 | 3276 | 864 | 2351 | 2899 | 461 | 1121 | 2346 | 2088 | 1281 | 2391 | 2008 | 1842 | 3118 | 2006 |
| 37 | 487 | 3587 | 5971 | 2959 | 1641 | 4039 | 2640 | 3440 | 1265 | 3192 | 3087 | 813 | 2213 | 2729 | 434 | 1055 | 2209 | 1965 | 1206 | 2250 | 1891 | 1733 | 2935 | 1888 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 38 | 486 | 3582 | 5963 | 2955 | 1639 | 4033 | 2636 | 3435 | 1263 | 3187 | 3084 | 812 | 2210 | 2725 | 434 | 1054 | 2205 | 1962 | 1204 | 2247 | 1888 | 1731 | 2931 | 1885 |
| 39 | 454 | 3343 | 5565 | 2758 | 1530 | 3764 | 2461 | 3206 | 1179 | 2975 | 2882 | 758 | 2063 | 2543 | 405 | 983 | 2058 | 1832 | 1124 | 2097 | 1762 | 1616 | 2735 | 1760 |
| 40 | 442 | 3254 | 5417 | 2684 | 1489 | 3664 | 2395 | 3121 | 1147 | 2896 | 2807 | 738 | 2008 | 2476 | 394 | 957 | 2004 | 1783 | 1094 | 2042 | 1715 | 1573 | 2663 | 1713 |
| 41 | 429 | 3165 | 5269 | 2611 | 1448 | 3564 | 2330 | 3036 | 1116 | 2816 | 2732 | 718 | 1953 | 2408 | 383 | 931 | 1949 | 1734 | 1064 | 1986 | 1668 | 1530 | 2590 | 1666 |
| 42 | 414 | 3053 | 5083 | 2519 | 1397 | 3438 | 2248 | 2929 | 1077 | 2717 | 2638 | 692 | 1884 | 2323 | 370 | 898 | 1880 | 1673 | 1027 | 1916 | 1609 | 1476 | 2498 | 1607 |
| 43 | 378 | 2789 | 4643 | 2301 | 1276 | 3141 | 2053 | 2675 | 983 | 2482 | 2415 | 633 | 1721 | 2122 | 338 | 820 | 1717 | 1528 | 938 | 1750 | 1470 | 1348 | 2282 | 1468 |
| 44 | 343 | 2525 | 4204 | 2083 | 1155 | 2843 | 1859 | 2422 | 890 | 2247 | 2191 | 573 | 1558 | 1921 | 306 | 743 | 1555 | 1383 | 849 | 1584 | 1331 | 1220 | 2066 | 1329 |
| 45 | 307 | 2261 | 3764 | 1865 | 1034 | 2546 | 1664 | 2168 | 797 | 2012 | 1967 | 513 | 1395 | 1720 | 274 | 665 | 1392 | 1239 | 760 | 1418 | 1192 | 1093 | 1850 | 1190 |
| 46 | 271 | 1997 | 3324 | 1647 | 914 | 2248 | 1470 | 1915 | 704 | 1777 | 1744 | 453 | 1232 | 1519 | 242 | 587 | 1229 | 1094 | 671 | 1253 | 1052 | 965 | 1634 | 1051 |
| 47 | 250 | 1844 | 3070 | 1521 | 844 | 2077 | 1357 | 1769 | 650 | 1641 | 1615 | 418 | 1138 | 1403 | 223 | 542 | 1136 | 1010 | 620 | 1157 | 972 | 891 | 1509 | 971 |
| 48 | 218 | 1608 | 2677 | 1327 | 736 | 1811 | 1184 | 1542 | 567 | 1431 | 1415 | 365 | 992 | 1223 | 195 | 473 | 990 | 881 | 541 | 1009 | 848 | 777 | 1316 | 846 |
| 49 | 184 | 1356 | 2258 | 1119 | 621 | 1527 | 998 | 1301 | 478 | 1207 | 1202 | 308 | 837 | 1032 | 164 | 399 | 835 | 743 | 456 | 851 | 715 | 656 | 1110 | 714 |
| 50 | 133 | 978 | 1628 | 807 | 447 | 1101 | 720 | 938 | 345 | 870 | 882 | 222 | 603 | 744 | 118 | 288 | 602 | 536 | 329 | 614 | 516 | 473 | 800 | 515 |
| 51 | 102 | 754 | 1256 | 622 | 345 | 850 | 555 | 724 | 266 | 671 | 693 | 171 | 465 | 574 | 91 | 222 | 465 | 413 | 254 | 473 | 398 | 365 | 617 | 397 |
| 52 | 77 | 569 | 947 | 469 | 260 | 641 | 419 | 546 | 201 | 506 | 536 | 129 | 351 | 433 | 69 | 167 | 350 | 312 | 191 | 357 | 300 | 275 | 466 | 300 |
| 53 | 76 | 559 | 930 | 461 | 256 | 629 | 411 | 536 | 197 | 497 | 421 | 127 | 345 | 425 | 68 | 164 | 344 | 306 | 188 | 351 | 295 | 270 | 457 | 294 |

Перевірка крайніх значень варіаційного ряду обсягів заготівлі молока на належність їх вибірці виконували за критерієм Ірвіна, а перевірку близькості емпіричного і теоретичного розподілів виконували за критерієм χ^2 (χ^2 – квадрат, Пірсона) [20]. На підставі математичного опрацювання статистичних даних щодо прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм на території окремих громад встановлено, що існує два періоди надходження молока – інтенсивний (з 17 по 43 тиждень календарного року) та неінтенсивний (з 1 по 16 та з 44 по 53 тиждень календарного року). Для інтенсивного та неінтенсивного періодів календарного року встановлено, що розподіли добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм описуються законами розподілу Вейбулла (рис. 3, 4), а їх відповідні статистичні характеристики подано в табл. 2.

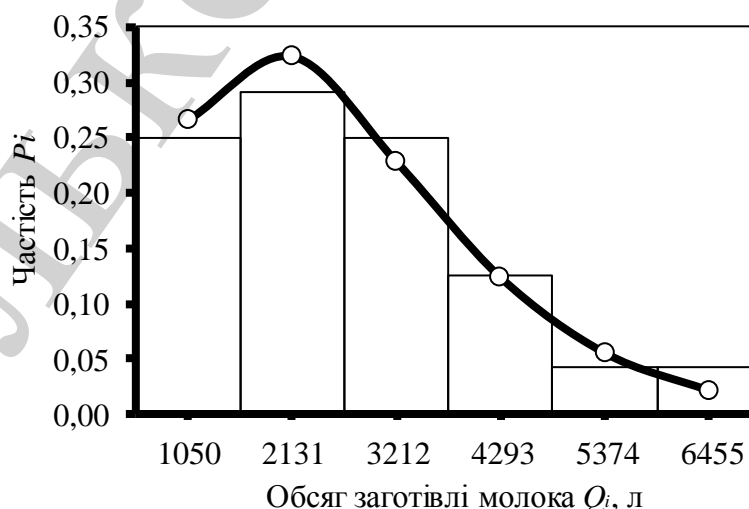


Рис. 3. Розподіл прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм в інтенсивний період використання СА

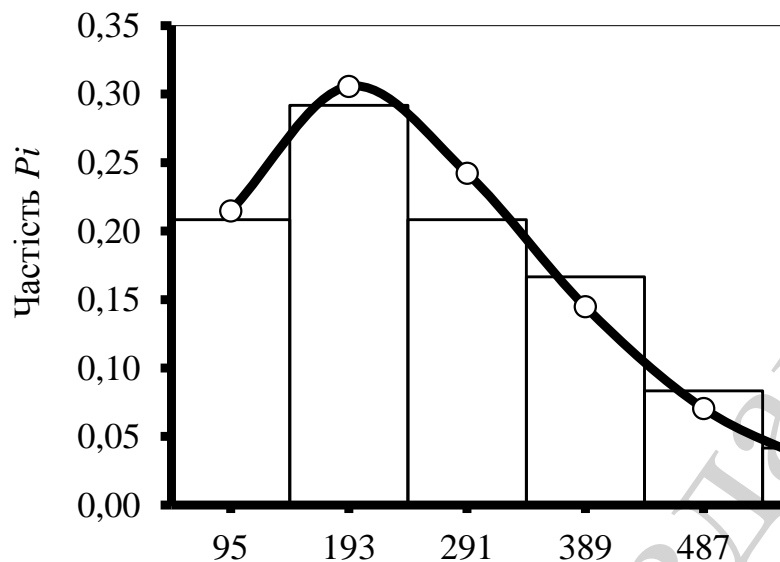


Рис. 4. Розподіл прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм в неінтенсивний період використання СА

Таблиця 2

Статистичні характеристики розподілів прогнозованого добового обсягу заготівлі молока

| Показник | Рівняння | Статистичні характеристики | |
|--|---|----------------------------|---------------------|
| | | $\bar{M}[Q_i]$ | $\bar{\sigma}[Q_i]$ |
| Обсяг заготівлі молока в інтенсивний період, л | $f(Q_i) = 1 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Q_i - 509}{2457} \right)^{0,568} \times \exp \left[- \left(\frac{Q_i - 509}{2457} \right)^{1,568} \right]$ | 2716 | 266 |
| Обсяг заготівлі молока у неінтенсивний період, л | $f(Q_n) = 7 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Q_n - 46}{246} \right)^{0,648} \times \exp \left[- \left(\frac{Q_n - 46}{246} \right)^{1,648} \right]$ | 1429 | 136 |

Примітки: $\bar{M}[Q_i]$, $\bar{\sigma}[Q_i]$ – відповідно математичне сподівання та середньоквадратичне відхилення обсягу заготівлі молока в i -й період, л; 509, 46 – відповідно мінімальне значення прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм на території окремих громад для інтенсивного та неінтенсивного періодів календарного року; 2457, 246 – відповідно параметр мірила для інтенсивного та неінтенсивного періодів календарного року

Головні статистичні характеристики розподілів прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм на території окремих громад Бродівського району для інтенсивного (рис. 3) та неінтенсивного (рис. 4) періодів використання СА відповідно такі: коефіцієнт варіації – 0,65 та 0,62; параметр форми – 1,56 та 1,64. Довірчий інтервал відповідно становить 509...6995 та 46...634 л. Отримані розрахункові значення критеріїв X^2 порівняно із табличними $(X^*)^2$ значеннями для розподілів прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм на території окремих громад у інтенсивний та неінтенсивний період використання СА. Відповідно вони становлять $(X^2 = 0,71) < ((X^*)^2 = 4,6)$ та $(X^2 = 0,89) < ((X^*)^2 = 3,2)$. Це свідчить про те, що теоретичні криві розподілів Вейбулла адекватно відображають емпіричні дані прогнозованого добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм на території окремих громад для інтенсивного та неінтенсивного періодів використання СА.

Відповідно прогнозований добовий обсяг заготівлі молока від сімейних молочних ферм, а також залежність сумарної річної тривалості експлуатації СА від їх вантажності [19], дають змогу визначити їх кількість за заданої марки. Для подальших досліджень вибрано СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9, які використовуються у існуючій ЛСЗМ Бродівського району.

На підставі хронометрування (за допомогою секундоміра та використання СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9) окремих транспортних операцій визначали питому тривалість завантаження молока у СА, включаючи оформлення експедиційних документів в окремих сімейних молочних фермах. Аналогічно визначили питому тривалість розвантаження молока СА у переробному цеху та середню їх швидкість руху між населеними пунктами ЛСЗМ. Експериментально отримані дані щодо тривалості окремих транспортних операцій із використанням СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 подано у табл. 3.

Таблиця 3

Експериментальні дані складових транспортних операцій із використанням СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9

| Показник | Кількісне значення | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Питома тривалість завантаження СА, год/т | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 |
| | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Питома тривалість розвантаження СА, год/т | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.18 |
| | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.21 | 0.21 |
| | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.25 |
| | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.27 | 0.27 |
| | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| | 0.29 | 0.3 | 0.3 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.33 |
| | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.37 | | | | |
| Технічна швидкість руху СА, км/год | 25,1 | 25,2 | 25,6 | 25,7 | 25,9 | 26,2 | 26,3 | 26,5 | 26,7 | 27 |
| | 27,3 | 27,6 | 28,1 | 28,3 | 28,4 | 28,4 | 28,6 | 28,8 | 29,2 | 29 |
| | 29,3 | 29,4 | 29,5 | 29,7 | 30,0 | 30,1 | 30,3 | 30,4 | 30,6 | 30 |
| | 31,2 | 31,5 | 31,6 | 31,9 | 32,1 | 32,4 | 32,4 | 32,5 | 32,6 | 32 |
| | 32,8 | 32,9 | 32,9 | 33,0 | 33,1 | 33,3 | 33,5 | 33,6 | 33,6 | 33 |
| | 33,8 | 34,2 | 34,2 | 34,2 | 34,3 | 34,3 | 34,5 | 34,5 | 34,5 | 34 |
| | 34,6 | 34,6 | 34,6 | 34,7 | 34,8 | 34,8 | 34,9 | 34,9 | 34,9 | 35 |
| | 35,2 | 35,3 | 35,8 | 35,3 | 36,4 | 36,5 | 36,8 | 36,9 | 36,9 | 37 |
| | 37,1 | 37,4 | 37,6 | 37,7 | 38,2 | 38,3 | 38,5 | 38,8 | 38,9 | 38 |
| | 39,3 | 39,4 | 39,9 | 40,0 | 40,4 | 40,5 | 41,3 | 41,4 | 41,6 | 41 |
| | 41,8 | 42,2 | 42,6 | 42,7 | 43,5 | 43,9 | 44,1 | 44,5 | 44,6 | 45 |
| | 46,3 | 47,7 | | | | | | | | |

У результаті математичного опрацювання отриманих експериментальних даних (табл. 2) побудовано розподіли питомої тривалості завантаження й розвантаження СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9. Встановлено, що вони описуються законами розподілу Вейбулла (рис. 5).

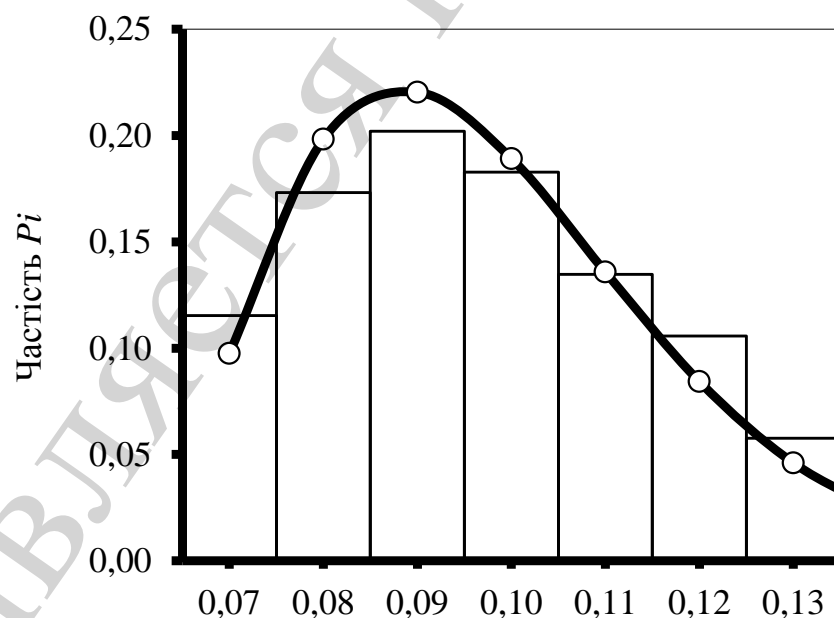


Рис. 5. Розподіл питомої тривалості завантаження молока у автоцистерни Hyundai HD-65 STD+ Г6-ОТА-3,9

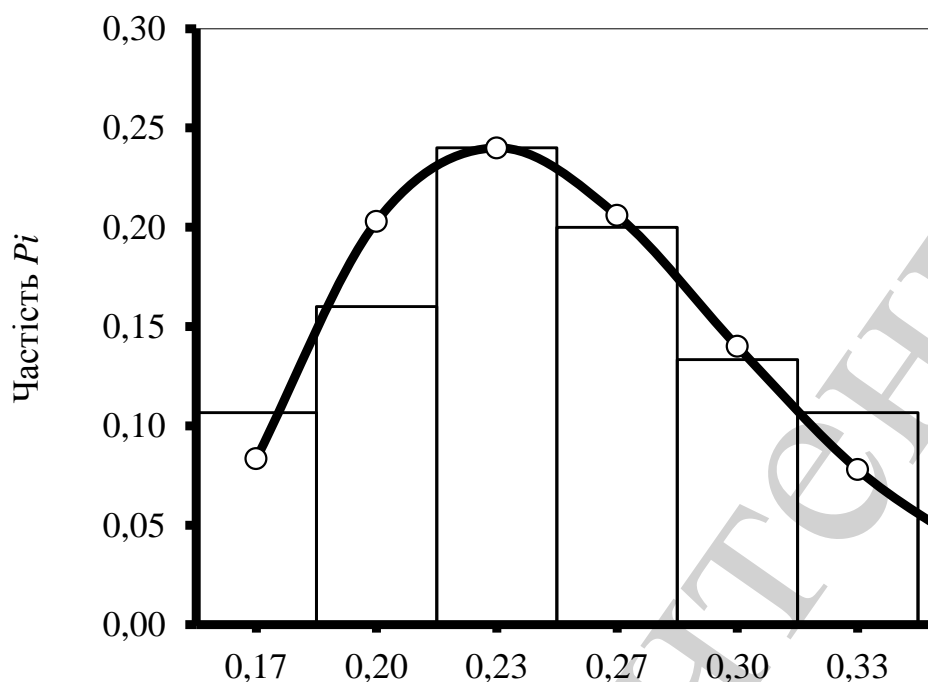


Рис. 6. Розподіл питомої тривалості розвантаження автоцистерн Hyundai HD-65 STD+ Г6-ОТА-3,9 у переробному цеху

Статистичні характеристики розподілів питомої тривалості завантаження (рис. 6) СА Hyundai HD-65 STD+ Г6-ОТА-3,9 у сімейних молочних фермах та їх розвантаження (рис. 6) у переробному цеху подано у табл. 4.

Таблиця 4

Статистичні характеристики розподілів питомої тривалості виконання окремих транспортних операцій

| Показник | Рівняння | Оцінки статистичних характеристик | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------|
| | | $\bar{M}[t_i]$ | $\bar{\sigma}[t_i]$ |
| Питома тривалість завантаження СА, год/т | $f(t_3) = 49,502 \cdot \left(\frac{t_3 - 0,06}{0,036} \right)^{0,804} \times$ $\times \exp \left[- \left(\frac{t_3 - 0,06}{0,036} \right)^{1,804} \right]$ | 0,092 | 0,018 |
| Питома тривалість розвантаження СА, год/т | $f(t_{poz}) = 119,434 \cdot \left(\frac{t_{poz} - 0,38}{0,015} \right)^{0,842} \times$ $\times \exp \left[- \left(\frac{t_{poz} - 0,38}{0,015} \right)^{1,842} \right]$ | 0,052 | 0,008 |

Основні статистичні характеристики розподілів питомої тривалості завантаження СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 у сімейних молочних фермах та їх розвантаження у переробному цеху відповідно такі: коефіцієнт варіації – 1,57 та 1,61; параметри мірила – 0,036 та 0,061; параметри форми 1,66 та 1,8. Довірчий інтервал відповідно становить 0,006...0,16 та 0,038...0,072 год/т. Отримані розрахункові значення критеріїв X^2 порівняно із табличними $(X^*)^2$ значеннями. Для розподілів питомої тривалості завантаження у сімейних молочних фермах та розвантаження у переробному цеху СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 вони відповідно становлять

$$(X^2 = 1,92) < ((X^*)^2 = 7,78) \text{ та } (X^2 = 0,81) < ((X^*)^2 = 6,25).$$

Це свідчить про те, що отримані теоретичні криві розподілів Вейбулла адекватно відображають емпіричні дані питомої тривалості завантаження у сімейних молочних фермах та розвантаження у переробному цеху СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9.

На підставі хронометрування операцій транспортних процесів заготівлі молока, які виконують із використанням СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9, отримали дані щодо їх технічної швидкості руху (V_p). Це дало змогу обґрунтувати теоретичний закон розподілу технічної швидкості (V_p) руху СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 (рис. 7).

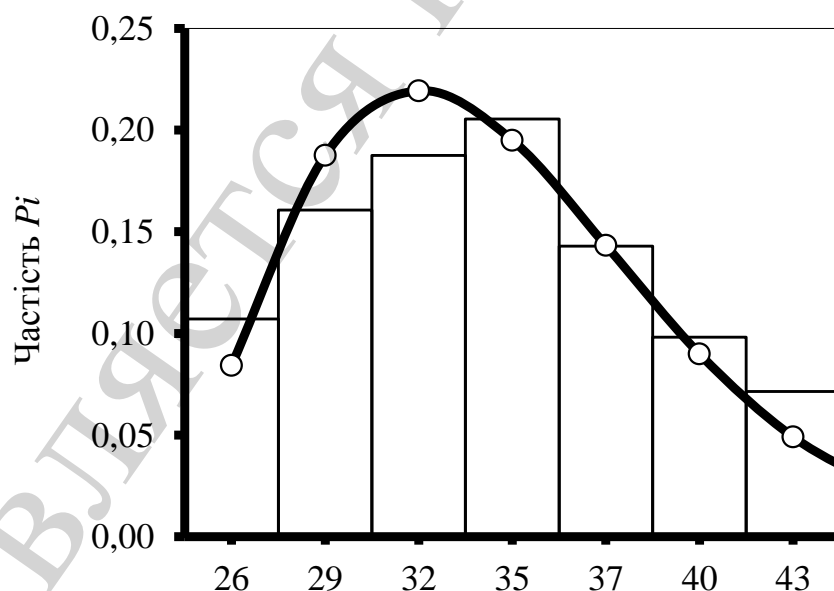


Рис. 7. Розподіл технічної швидкості (V_p) руху СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9

Аналогічно опрацювавши отримані статистичні дані встановили, що технічна швидкість руху (V_p) СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 (рис. 7) відображається теоретичним законом розподілу Вейбулла, який описується рівнянням:

$$f(V_p) = 0,181 \left(\frac{V_p - 25,1}{10,315} \right)^{0,87} \times \exp \left[- \left(\frac{V_p - 25,1}{10,315} \right)^{1,87} \right]. \quad (6)$$

Основні статистичні характеристики розподілу технічної швидкості руху (V_p) СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 такі: оцінка математичного сподівання – 34,15 км/год, оцінка середньоквадратичного відхилення – 5,05 км/год, коефіцієнт варіації – 1,55, параметри мірила та форми – 10,31 та 1,87. Довірчий інтервал становить 25,1...46,16 км/год.

Отримані розрахункові значення критеріїв X^2 порівняно із табличними $(X^*)^2$ значеннями. Для розподілу технічної швидкості руху (V_p) СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 вони відповідно становлять

$$(X^2 = 2,96) < ((X^*)^2 = 7,78).$$

Це свідчить про те, що отримана теоретична крива розподілу Вейбулла адекватно відображає емпіричні дані технічної швидкості руху (V_p) СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9.

Отримані числові значення показників використання СА для транспортування молока свідчать про можливість використання для моделювання транспортних процесів у кожному із періодів заготівлі молока та встановлення тенденцій зміни їх функціональних показників.

5. Результати визначення показників використання спеціалізованих автомобілів

З метою дослідження впливу виробничих умов територіальних ЛСЗМ на потребу у СА впродовж календарного року, із врахуванням мінливих обсягів виконання транспортних операцій, виконували імітаційне моделювання відповідних процесів. Розроблена імітаційна модель транспортних процесів, яка подана у роботі [20], перевірена на адекватність за парним t -критерієм. Під час перевірки її адекватності порівнювали експериментальні та змодельовані значення тривалостей виконання окремих маршрутів автоцистернами Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9. Встановлено, що відхилення отриманих кількісних значень тривалостей виконання окремих маршрутів на підставі імітаційного моделювання транспортних процесів та отриманих експериментальних їх значень, не перевищує 3,7 %. Це свідчить про адекватність використаної імітаційної моделі транспортних процесів у ЛСЗМ.

Це дало змогу визначити такі показники: сумарну кількість виконаних маршрутів (N_μ); сумарний пройдений шлях (L_r) СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9; тривалість (t_r) використання СА під час доставки молока від

сімейних молочних ферм до переробного цеху; виконаний ними вантажообіг (W_r), витрату пального (ψ_r); потребу (N_r) у СА.

У результаті імітаційного моделювання транспортних процесів у ЛСЗМ отримано кількісні значення показників використання СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9. На підставі цих даних та із використанням програми статистичного аналізу Statistica побудовано залежності оцінки математичного сподівання добової кількості виконаних маршрутів $M[N_m]$, пробігу $M[L_r]$, тривалості використання $M[t_r]$ та вантажообігу $M[W_r]$ СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від добового обсягу (Q_d) заготівлі молока. Це дало можливість отримати рівняння зазначених залежностей, які наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Залежності показників використання СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від добового обсягу (Q_d) заготівлі молока

| Показник | Рівняння |
|---|--|
| Оцінка математичного сподівання сумарної добової кількості виконаних маршрутів $M[N_m]$, од. | $\bar{M}[N_m] = 0,254 \cdot Q_d + 0,633, r=0,98$ |
| Оцінка математичного сподівання сумарного добового пробігу СА $M[L_r]$, км. | $\bar{M}[L_r] = 754,241 + 21,725 \cdot Q_d - 156,577 \cdot q_r - 6,9 \cdot 10^{-3} \cdot Q_d^2 - 1,51 \cdot Q_d \cdot q_r + 9,365 \cdot q_r^2, r = 0,82$ |
| Оцінка математичного сподівання сумарної добової тривалості використання СА $M[t_r]$, год | $\bar{M}[t_r] = 20,822 + 0,754 \cdot Q_d - 4,401 \cdot q_r - 3 \cdot 10^{-4} \cdot Q_d^2 - 4,19 \cdot 10^{-2} \cdot Q_d \cdot q_r + 0,258 \cdot q_r^2, r = 0,86$ |

Отримані залежності свідчать про те, що зі зростанням добового обсягу (Q_d) заготівлі молока у територіальних ЛСЗМ зростають оцінки математичного сподівання сумарної добової кількості виконаних маршрутів $M[N_m]$ за лінійною залежністю. Пробіг $M[L_r]$ автоцистерн та тривалості $M[t_r]$ їх використання, зі зростанням добового обсягу заготівлі молока, зростають за поліноміальними залежностями другого ступеня. В отриманих залежностях кореляційне відношення перебуває в межах 0,82...0,98, що свідчить про сильний зв'язок між показниками транспортних процесів та добовим обсягом (Q_d) заготівлі молока від сімейних молочних ферм у територіальних ЛСЗМ.

У результаті імітаційного моделювання транспортних процесів отримано кількісні значення вантажообігу (W_r) СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 за різних значень добового обсягу (Q_d) заготівлі молока від сімейних молочних ферм у територіальних ЛСЗМ. Побудована відповідна їх залежність за допомогою програми Microsoft Excel дала можливість встановити,

що виконаний вантажообіг W_r змінюється частково дискретно зі зростанням добового обсягу (Q_d) заготівлі молока від сімейних молочних ферм у територіальних ЛСЗМ (рис. 8).

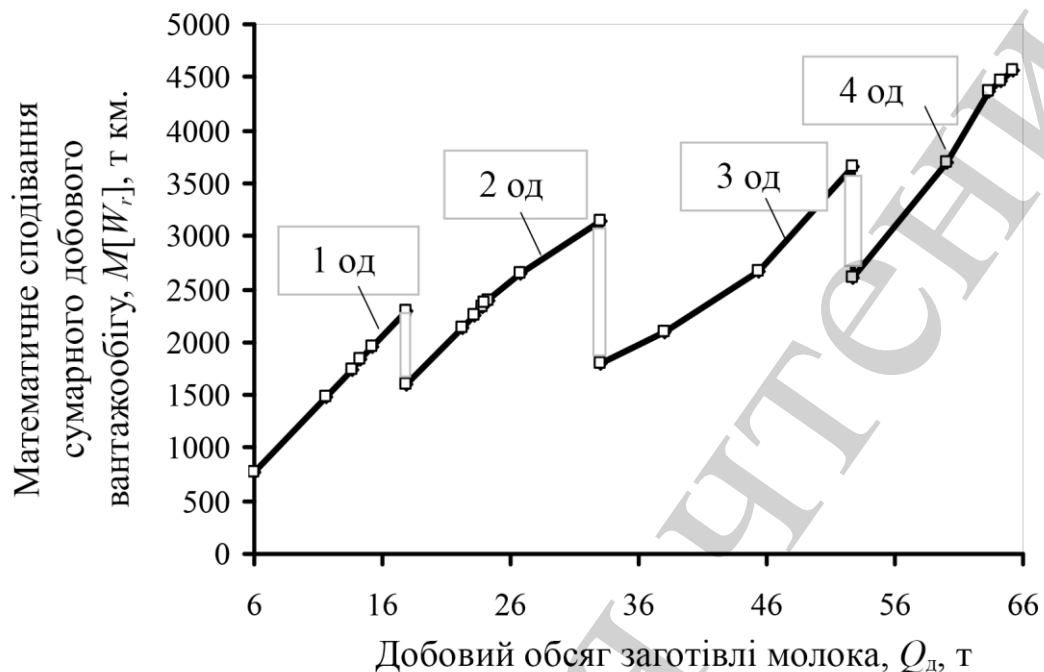


Рис. 8. Залежність зміни виконаного вантажообігу (W_r) СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від зміни добового обсягу (Q_d) заготівлі молока

Дискретність виконаного вантажообігу автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 зумовлюється зміною технологічно потребої їх кількості (від 1 до 4 одиниць) за умови виконання заданого обсягу транспортних робіт.

7. Результати визначення потреби у спеціалізованих автомобілях та режимів їх використання

На підставі отриманих кількісних значень показників використання автоцистерн визначено потребу у них. Опрацювання отриманих даних за допомогою програми Microsoft Excel дало можливість побудувати залежність оцінок математичного сподівання потреби $M[N_r]$ у СА Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від доби сезону заготівлі (рис. 9) та залежність їх потреби $M[N_r]$ від річного обсягу (Q_p) заготівлі молока (рис. 10).

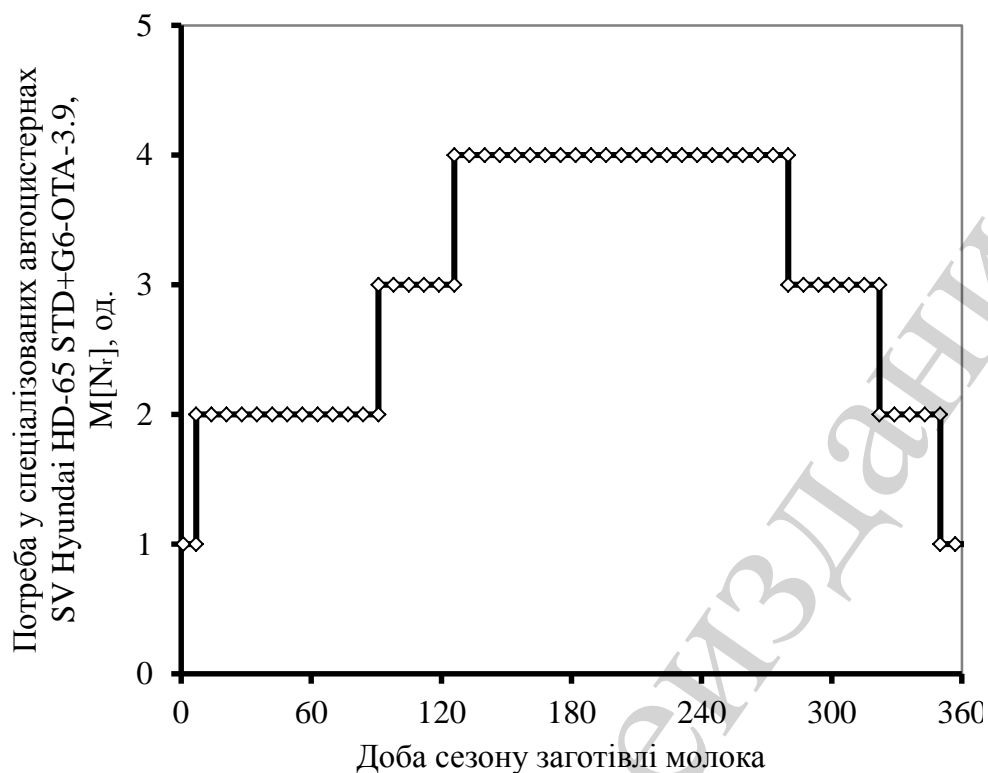


Рис. 9. Залежність оцінки математичного сподівання потреби $M[N_r]$ у автоцистернах Hyundai Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від доби сезону заготівлі молока

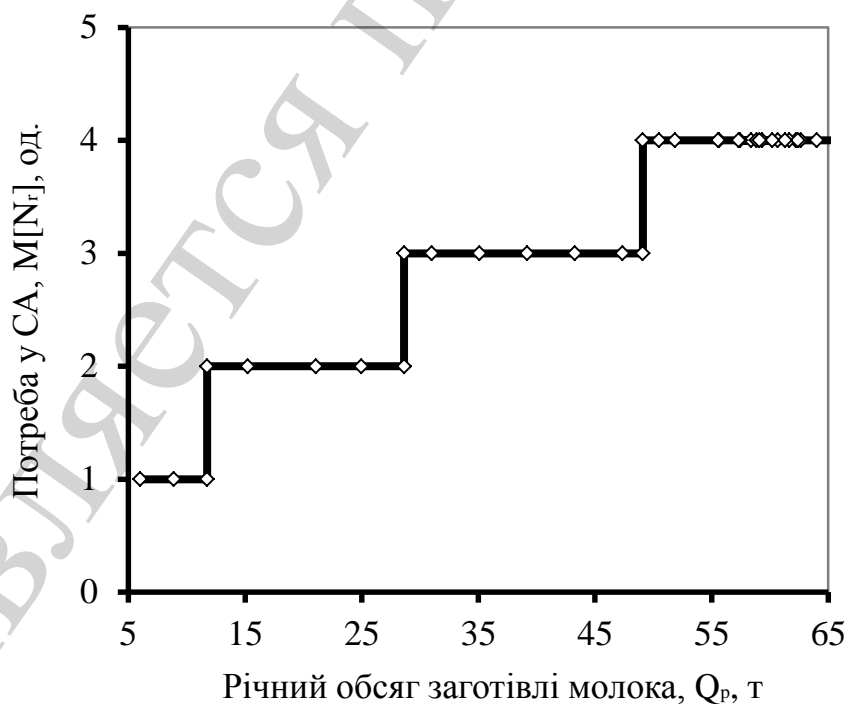


Рис. 10. Залежність оцінки математичного сподівання потреби $M[N_r]$ у автоцистернах Hyundai Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 від річного обсягу заготівлі молока

Отримані залежності свідчать про те, що потреба у автоцистернах змінюється дискретно впродовж календарного року, за зміни обсягів виконання транспортних робіт. Зокрема, оцінка математичного сподівання потреби $M[N_r]$ у автоцистернах залежить від річного обсягу (Q_p) заготівлі молока на території ЛСЗМ. Зі зростанням річного обсягу (Q_p) заготівлі молока від 5 до 65 т, потреба у автоцистернах зростає дискретно від 1 до 4 од.

На підставі рис. 9 та 10 можна стверджувати, що для інтенсивного періоду виконання транспортних робіт, який триває від травня до вересня окремого календарного року, виконання транспортних процесів слід організовувати у дві робочі зміни. При цьому потреба у СА змінюється від 1 до 2 од. У неінтенсивний період, який триває із січня по березень та із жовтня по грудень окремого календарного року, виконання транспортних процесів слід організовувати у одну робочу зміну. Потреба у СА для цього періоду змінюється від 2 до 4 од.

Використання запропонованого підходу до визначення кількості СА для окремих ЛСЗМ та режимів їх використання забезпечує виконання умов чинних регламентів до транспортних процесів, що значною мірою впливає на якість заготовленої сировини та відповідно якість виробництва молочних продуктів.

6. Обговорення результатів досліджень впливу виробничих умов на потребу у спеціалізованих автомобілях

Проведені дослідження впливу мінливих виробничих умов та складових транспортних процесів на потребу у СА базуються на підході, який усуває недоліки існуючих. Зокрема, цей підхід враховує мінливі виробничі умови ЛСЗМ та передбачає прогнозування мінливих обсягів заготівлі молока впродовж календарного року. Цей підхід передбачає врахування мінливих складових тривалостей транспортних операцій, а також імітаційне моделювання транспортних процесів з метою визначення показників використання автоцистерн. Ці показники лежать в основі визначення потреби та режимів використання автоцистерн впродовж календарного року.

Основним недоліком запропонованого підходу та проведених досліджень є те, що ним передбачається проведення специфічних та трудомістких експериментів щодо визначення характеристик виробничих умов та складових транспортних процесів. Однак, у подальшому розроблення системи підтримки прийняття управлінських рішень для ЛСЗМ спростить формування бази даних та обробку результатів експериментальних досліджень мінливих виробничих умов та складових транспортних процесів. Окрім того, наявність такої інформаційної системи значно пришвидшить процес прийняття управлінських рішень щодо визначення потреби та режимів використання автоцистерн впродовж календарного року, а також підвищить їх точність.

Отримані результати досліджень мінливих обсягів заготівлі молока дали можливість встановити наявність та тривалість двох періодів виконання транспортних робіт, які лежать в основі визначення режимів використання СА. Встановлено, що тривалості виконання окремих транспортних операцій, які описуються законами розподілу Вейбулла (табл. 4), а також експериментально

досліджені тенденції зміни обсягів заготівлі молока для кожної громади (рис. 3, 4) є початковими даними для імітаційного моделювання транспортних процесів у ЛСЗМ.

Виконане імітаційне моделювання транспортних процесів дало можливість визначити показники використання СА (табл. 5). Встановлено, що вантажообіг СА змінюється дискретно від 820 до 4610 т·км зі зростанням добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм від 6 до 66 тонн/добу у територіальних ЛСЗМ. Дискретність виконаного вантажообігу зумовлюється зміною технологічно потребою кількості у них (від 1 до 4 одиниць) СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 для виконання заданого обсягу транспортних робіт.

Отримані тенденції зміни потреби у СА (рис. 9, 10) лежать в основі обґрунтування оптимальних режимів використання цих автоцистерн у окремих територіальних ЛСЗМ. Встановлені тривалості періодів незмінної потреби у СА, які представлені на рис. 9, дали можливість визначити тривалості періодів одно та двохзмінної організації виконання транспортних процесів впродовж календарного року. Для інтенсивного періоду виконання транспортних робіт, який триває від травня до вересня окремого календарного року, виконання транспортних процесів слід організовувати у дві робочі зміни. Для неінтенсивного періоду, який триває із січня по березень та із жовтня по грудень окремого календарного року, у одну робочу зміну. Потреба у СА марки Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 впродовж зазначених періодів відповідно змінюється від 1 до 2 од та від 2 до 4 од. Отримані результати досліджень лежать в основі визначення вартісних показників виконання транспортних процесів. Вони є основою планування потреби у ресурсах для функціонування ЛСЗМ та використовуються для проектування зазначених систем.

Виконані дослідження є корисними для управлінського персоналу, який виконує планування функціонування ЛСЗМ, а також їх проектування. Обґрунтовані закономірності зміни потреби у СА пришвидшать прийняття управлінських рішень та підвищать їх точність. Подальші дослідження у цьому напрямі слід проводити стосовно розроблення інформаційної системи підтримки прийняття рішень у ЛСЗМ, що дасть можливість обґрунтувати потребу у СА різної вантажності за різних виробничих умов (окремих регіонів різних держав). Це дасть можливість здійснити оптимізацію параметрів СА для окремих територіальних ЛСЗМ та розробити рекомендації щодо їх проектування.

7. Висновки

1. Досліджені виробничі умови заготівлі молока дали можливість виконати прогнозування мінливих обсягів заготівлі молока впродовж календарного року та встановити наявність і тривалості двох характерних періодів виконання транспортних робіт. Встановлено, що інтенсивний період виконання транспортних робіт триває від травня до вересня окремого календарного року, а неінтенсивний період має два півперіоди, які відповідно тривають із січня по березень та із жовтня по грудень окремого календарного року. Виконані виробничі експерименти дали можливість визначити тривалості виконання транспортних операцій та обґрунтувати їх розподіли. Встановлено, що питомі тривалості за-

вантаження й розвантаження автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 описуються законами розподілу Вейбулла.

2. На підставі досліджених мінливих виробничих умов заготівлі молока та тривалостей виконання транспортних операцій для заданої адміністративної території виконано імітаційне моделювання транспортних процесів. Це дало можливість визначити основні показники (кількість виконаних маршрутів, тривалість використання автоцистерн, виконаний пробіг та вантажообіг) використання автоцистерн. Встановлено, що вони є мінливими. Зі зростанням добового обсягу заготівлі молока у територіальних ЛСЗМ зростають оцінки математичного сподівання сумарної добової кількості виконаних маршрутів за лінійною залежністю, а пробіг та тривалості використання автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 описуються поліноміальними залежностями другого ступеня. Вантажообіг змінюється дискретно від 820 до 4610 т·км зі зростанням добового обсягу заготівлі молока від сімейних молочних ферм від 6 до 66 тонн/добу у заданій територіальній ЛСЗМ. Це зумовлено зміною технологічно потребою кількості (від 1 до 4 одиниць) автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9, що забезпечують виконання заданого обсягу транспортних робіт. В отриманих залежностях кореляційне відношення коливається в межах 0,82...0,98, що свідчить про сильний зв'язок між показниками виконання транспортних процесів та добовим обсягом заготівлі молока.

3. На підставі отриманих показників використання автоцистерн Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 визначено потребу у них для кожного із періодів сезону заготівлі молока. Встановлено, що потреба у автоцистернах Hyundai HD-65 STD+Г6-ОТА-3,9 впродовж інтенсивного та неінтенсивного періодів виконання транспортних робіт змінюється відповідно від 1 до 2 од та від 2 до 4 од. У інтенсивний період слід організовувати виконання транспортних процесів у дві робочі зміни, а у неінтенсивний у одну робочу зміну.

4. Подальші дослідження слід проводити стосовно розроблення інформаційної системи підтримки прийняття рішень у ЛСЗМ. Це дасть можливість визначити потребу у автоцистернах різної вантажностей для заданих виробничих умов (регіонів окремих держав), що лежить в основі оптимізації параметрів парку автоцистерн для регіонів різних держав.

Література

1. Groupage Cargo Transportation Model / Aleksejevs R., Guseinovs R., Medvedev A. N., Guseynov S. E. // Transport and Telecommunication Journal. 2016. Vol. 17, Issue 1. P. 60–72. doi: <https://doi.org/10.1515/ttj-2016-0007>
2. Liotta G., Stecca G., Kaihara T. Optimisation of freight flows and sourcing in sustainable production and transportation networks // International Journal of Production Economics. 2015. Vol. 164. P. 351–365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.016>
3. Methodology of Selection of Heavy and Oversized Freight Transportation System / Petraška A., Čižiūnienė K., Prentkovskis O., Jarašūnienė A. // Transport and Telecommunication Journal. 2018. Vol. 19, Issue 1. P. 45–58. doi: <https://doi.org/10.2478/ttj-2018-0005>

4. Optimal road route selection criteria system for oversize goods transportation / Bazaras D., Batarlienė N., Palšaitis R., Petraška A. // *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*. 2013. Vol. 8, Issue 1. P. 19–24. doi: <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2013.03>
5. Variable neighborhood search to solve the vehicle routing problem for hazardous materials transportation / Bula G. A., Prodhon C., Gonzalez F. A., Afsar H. M., Velasco N. // *Journal of Hazardous Materials*. 2017. Vol. 324. P. 472–480. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.11.015>
6. Adaptive control scheme for road profile estimation: application to vehicle dynamics / Doumiati M., Erhart S., Martinez J., Sename O., Dugard L. // *IFAC Proceedings Volumes*. 2014. Vol. 47, Issue 3. P. 8445–8450. doi: <https://doi.org/10.3182/20140824-6-za-1003.00986>
7. Gardziejczyk W., Zabicki P. Normalization and variant assessment methods in selection of road alignment variants – case study // *Journal of civil engineering and management*. 2017. Vol. 23, Issue 4. P. 510–523. doi: <https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1210223>
8. Reforming the road freight transportation system using systems thinking: An investigation of Coronial inquests in Australia / Newnam S., Goode N., Salmon P., Stevenson M. // *Accident Analysis & Prevention*. 2017. Vol. 101. P. 28–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.01.016>
9. Park S.-W. Modeling of deformational characteristics in unbound granular geomaterials // *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2004. Vol. 8, Issue 3. P. 281–285. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02836010>
10. Pauer G. Development Potentials and Strategic Objectives of Intelligent Transport Systems Improving Road Safety // *Transport and Telecommunication Journal*. 2017. Vol. 18, Issue 1. P. 15–24. doi: <https://doi.org/10.1515/ttj-2017-0002>
11. Algorithm for the assessment of heavyweight and oversize cargo transportation routes / Petraška A., Čižiūnienė K., Jarašūnienė A., Maruschak P., Prentkovskis O. // *Journal of Business Economics and Management*. 2017. Vol. 18, Issue 6. P. 1098–1114. doi: <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1334229>
12. Andrés L., Padilla E. Energy intensity in road freight transport of heavy goods vehicles in Spain // *Energy Policy*. 2015. Vol. 85. P. 309–321. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.018>
13. Bartuška L., Biba V., Jeřábek K. Verification of Methodical Procedure for Determining the Traffic Volumes Using Short-term Traffic Surveys // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 161. P. 275–281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.553>
14. Benekos I., Diamantidis D. On risk assessment and risk acceptance of dangerous goods transportation through road tunnels in Greece // *Safety Science*. 2017. Vol. 91. P. 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.013>
15. Modelling an Interactive Road Signs System, Using Petri Nets / Kombe T., Ele P., Offole F., Miasse H. O. // *Transport and Telecommunication Journal*. 2017. Vol. 18, Issue 1. P. 34–44. doi: <https://doi.org/10.1515/ttj-2017-0004>

16. Palšaitis R., Petraška A. Heavyweight and Oversized Cargo Transportation Risk Management // Transport and Telecommunication. 2012. Vol. 13, Issue 1. doi: <https://doi.org/10.2478/v10244-012-0005-9>

17. Тригуба А. М., Рудинець М. В. Узгодження робіт у інтегрованих проектах молочарства // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2011. Т. 1, № 6 (49). С. 13–16. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2373/2175>

18. Tryhuba A. Argumentation of the parameters of the system of purveyance of milk collected from the private farm-steads within a single administratinve district // Econtechhod: An international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. 2014. Vol. 3, Issue 4. P. 23–27. URL: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-260b6838-5519-40e7-839d-f9e4cf89e7d6>

19. Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Сидорчук Л. Л. Інженерія кооперованого виробництва молочної продукції: системно-проектні основи. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2016. 352 с.

20. Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проектах аграрного виробництва / Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Панюра Я. Й., Шолудько П. В. // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2010. Т. 1, № 2 (43). С. 46–48. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2507/2295>

21. Формування виробничо-технологічного ризику в інтегрованих програмах аграрного виробництва / Тригуба А. М., Шолудько П. В., Маланчук О. В., Рудинець М. В. // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2013. Т. 1, № 10 (61). С. 203–206. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/6776/6021>

22. Тригуба А. М. Системно-проектні основи управління розвитком технологічних структур виробництва молочної продукції: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Одеса, 2017. 46 с.

23. Системно-ціннісні засади управління інтегрованими програмами розвитку молочарства на основі моделювання / Тригуба А. М., Шолудько П. В., Сидорчук Л. Л., Боярчук О. В. // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. 2016. № 2 (1174). С. 103–107. doi: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.23>

24. Вплив територіального розташування пунктів заготівлі сільськогосподарської продукції на ефективність функціонування транспортної системи / Тригуба А. М., Луб П. М., Шарибура А. О., Грабовець В. В. // Міжвузівський збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. 2014. Вип. 45. С. 564–567.

25. Воркут Т. А. Проектний аналіз. К.: УЦДК, 2008. 440 с.

26. Закон України «Про молоко та молочні продукти» від 24 червня 2004 року № 1870-IV. Відомості Верховної Ради України, 2004.

27. Серия стандартов ISO9000. Официальные документы. URL: <http://staratel.com/iso/ISO9000/Doc/index.html>